

Примечание к записи № 2006/1435/

# ХИМИЧЕСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ

ТОМ 4

ПОЛ-ТРИ

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Н. С. ЗЕФИРОВ

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Н. Н. КУЛОВ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Ю. А. ЗОЛОТОВ  
В. А. КАБАНОВ  
И. В. КАЛЕЧИЦ  
Я. М. КОЛОТЫРКИН  
В. А. КОПТЮГ

А. М. КУТЕПОВ  
В. А. МАЛЮСОВ  
О. М. НЕФЕДОВ  
В. Л. ТАЛЬРОЗЕ  
А. С. СПИРИН

Н. Ф. СТЕПАНОВ  
В. Д. ШОЛЛЕ  
(ответственный  
секретарь)  
Г. А. ЯГОДИН

НАУЧНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

«БОЛЬШАЯ РОССИЙСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ» МОСКВА 1995

Табл. 2.-КЛАССИФИКАЦИЯ РЕЗИН ПО НАЗНАЧЕНИЮ

Наименование группы резин	Состав (каучук и спец. ингредиенты)	Назначение, характеристика	Область применения
Общего назначения	НК, СКИ, СКД, СКС и др.	Для эксплуатации при т-рах от -50 до 160 °С в отсутствие масел, топлив, агрессивных сред и т.п.	Шины, транспортные ленты, приводные ремни, амортизаторы и др. РТИ, резиновая обувь и др.
Теплостойкие	СКТ, СКФ, БК, СКЭП, СКЭПТ, АК	Для длит. эксплуатации при т-рах 150-200 °С и выше	Теплостойкие РТИ
Морозостойкие	СКС, НК, СКИ, СКС в комбинации с СКД, СКТ и др.	Для эксплуатации при т-рах до -60 °С и ниже	Морозостойкие изделия
Маслобензостойкие	СКН, ХК, ПСК, СКУ, СКФ, АК и др.	Для длит. эксплуатации в контакте с маслами, топливами, смазками, гидравлич. жидкостями и т.п.	Маслобензостойкие РТИ: уплотнит. прокладки, кольца, сальники, манжеты, шланги, рукава и др.
	СКН с добавлением пластификаторов (дибутилфталат, дибутилсебацат, трикрезилфосфат и др.); СКН в комбинации с СКД, ПСК, ХК и др.		Морозостойкие маслобензостойкие РТИ
Стойкие к действию хим. агрессивных сред	СКС, СКЭП, СКЭПТ, БК, ХК, СКН, ХСПЭ, СКФ, СКТ и др.	Для длит. эксплуатации в контакте с к-тами, щелочами, окислителями, паром и т.п.	Гуммирование хим. аппаратуры, уплотнители, шланги и др. РТИ
Диэлектрические	Диэлектрич. марки СКИ, СКД, СКС, СКЭП(Т), БК, СКТ с использованием миксер, наполнителей и непроводящих пластификаторов	Для работы в условиях высоких напряжений; обладают малыми диэлектрич. потерями ( $\rho_v = 10^{11}-10^{15}$ Ом·м, элетр. проч. 20-35 МВ/м, $\tan \delta = 0,003-0,01$ )	Изоляция проводов и кабелей, спец. чашки, обувь, ковры и др.
Электропроводящие	НК, СКС, СКН, ХК и др. с использованием алетилиновой сажи и графита	Для токопроводящих покрытий, нагреват. элементов, печатных схем ( $\rho_v \leq 10^8$ Ом·м)	Антистатич. РТИ, обувь, покрытия, защитная одежда, мед. изделия, экранир. высоковольтные кабели, кабели дальней связи и др.
Огнестойкие	ХК, ХСПЭ, СКФ, СКТ и др. с использованием антиперсрой	При возм. пожароопасности	Электроизоляцыя, РТИ, строит. материалы
Радиационностойкие	СКУ, СКС, СКИ, СКН, ХК и др. с использованием антирадов	Для работы под действием рентгеновских лучей и ионизирующих излучений	Детали рентгеновской аппаратуры, защитная одежда и др.

и облицовочные материалы, прорезиненные ткани, герметики и др. Более половины объема вырабатываемой Р. используется в произ-ве шин.

Мировое произ-во резиновых изделий более 20 млн. т/год (1987).

Лит.: Справочник резинщика. Материалы резинового производства, М., 1971; Кузьминский А. С., Кавун С. М., Карпичев В. П., Физико-химические основы получения, переработки и применения эластомеров, М., 1976; Энциклопедия полимеров, т. 3, М., 1977, с. 313-25; Кошелев Ф. Ф., Корнев А. Е., Букалов А. М., Общая технология резины, 4 изд., М., 1978; Догадкин Б. А., Донцов А. А., Шершнев В. А., Химия эластомеров, 2 изд., М., 1981; Федюкин Д. Л., Махлис Ф. А., Технические и технологические свойства резины, М., 1985; Применение резиновых технических изделий в народном хозяйстве. Справочное пособие, М., 1986; Зуев Ю. С., Легтева Т. Г., Стойкость эластомеров в эксплуатационных условиях, М., 1986; Лепотов В. А., Юрцев Л. Н., Расчеты и конструирование резиновых изделий, 3 изд., Л., 1987. Ф. Е. Куперман.

**РЕЗИНОВАЯ СМЕСЬ**, см. Резина.

**РЕЗИНОВЫЕ КЛЕИ** (эластомерные клеи) получают на основе НК или СКС. Обычно содержат вулканизующие агенты (см. Вулканизация), модифицирующие добавки, в т.ч. наполнители (техн. углерод, каолин,  $TiO_2$ , мел, кварц или др.), сшивающие агенты (как правило, полиизоцианаты), р-рители или дисперсионную среду, др. полимеры, повышающие адгезию, клейкость, улучшающие технол. св-ва, и др. Р.к. жидкости (р-ры или дисперсии) с вязкостью 0,05-20 Па·с. В качестве Р.к. можно использовать каландрованную сырую резиновую смесь. [Готовят Р.к. перемешиванием ингредиентов.] Технология их применения почти такая же, как и др. клеев (см. Склеивание). Р.к. могут переходить из пластичного (текучего) состояния в эластичное вследствие испарения р-рителя или дисперсионной среды (невулканизирующиеся Р.к., напр. на основе латексов) или вследствие вулканизации (вулканизирующиеся Р.к.). Последние в зависимости от т-ры склеивания делят на Р.к. горячей (100 °С и выше) вулканизации и холодной (комнатная т-ра), к-рые наз. также самовулканизирующимися. Первые—одноупаковочные клеи; поставляются в готовом к применению виде в герметичной таре. Вторые—одноупаковочные (с блокированным сшивающим агентом) или двухупаковочные, поставляемые в виде двух р-ров, смешиваемых непосредственно перед применением (один р-р содержит каучук или его смесь с ингредиентами, другой—вулканизирующую систему, сшивающий агент или ускоритель вулканизации). Характеристики клеевых соед. зависят гл. обр. от типа каучука. При горячей вулканизации достигаются более высокие прочность и теплоустойчивость клеевых прослоек, чем при холодной. Р.к. в отличие от др.

клеев (см. Клеи природные, Клеи неорганические) создают эластичную в широком интервале т-р клеевую прослойку, поэтому их применяют при сборке изделий, к соединит. швам к-рых предъявляются требования высокой деформативности.

Чаще всего Р.к. классифицируют по хим. природе каучука; ниже рассмотрены наиб. важные из них.

Клеи на основе *каучука натурального* (смокед-шитс, светлый креп, желтый крут). Вулканизирующей системой служит сера с ускорителем вулканизации, р-рителем—бензин, толуол, ксилол или  $CCl_4$ ; могут содержать также феноло-формальд. смолы, канифоль, поливиниловый спирт, пластификаторы, стабилизаторы, сшивающие агенты, наполнители, регенерат (регенерир. резину) и др. Клеевые прослойки недостаточно атмосферостойкие, не стойки в маслах и нефти, работоспособны при т-рах от -50 до 100 °С. После приведения пов-стей в контакт способны достаточно прочно удерживать детали (это св-во иногда наз. конфекционной клейкостью). Применяют для склеивания кожи, тканей, бумаги и резины, для произ-ва липких лент.

Клеи на основе *хлоропреновых каучуков* (наиритов), обладающих высокой и(или) средней скоростью кристаллизации. Вулканизирующим агентом служит  $ZnO$ ,  $MgO$  или др. оксид металла, р-рителем—трихлорэтилен,  $CCl_4$ , кетоны, сложные эфиры, бензол, толуол; могут содержать также поливинилацетат, феноло- или мочевино- или меламино-формальд., алкидные, кумароно-инденовые смолы, канифоль, хлоркаучуки, сшивающие агенты, наполнители, стабилизаторы против гелеобразования (диэтиламин, этанол), антиоксиданты и др. Выпускают в виде вязких жидкостей с концентрацией сухого в-ва 9-20%. Жизнеспособность одноупаковочных клеев 2-12 мес. Клеи, содержащие сшивающий агент, м.б. двухупаковочными. Склеивание производят при комнатной т-ре. Характеризуются хорошей адгезией к полярным пов-стям и более быстрым «схватыванием» с пов-стями после удаления р-рителя и приведения деталей в контакт, чем другие Р.к. Клеевые прослойки водо- и атмосферостойкие, малоустойчивы в жидких топливах и нефтяных маслах, работоспособны при т-рах от -50 до 70 °С (иск-рые при 100-150 °С). Применяют для склеивания резины с металлами, стеклом, тканями, древесиной, пластмассами, керамикой и др. материалами.

Клеи на основе *бутадиен-нитрильного каучука*; могут содержать также вулканизирующую систему (сера + ускоритель).

тель вулканизации), р-ритель (этилацетат, метилэтилкетон, ацетон), а также феноло-формальд., кумароно-инденовые, алкидные или др. смолы, хлоркаучуки либо хлоропреновый каучук, сополимеры винилхлорида с винилиденхлоридом, сшивающие агенты, наполнители, пластификаторы и др. Выпускают в виде вязких жидкостей с концентрацией сухого в-ва 8,5–30%. Жизнеспособность одноупаковок клеев не менее 6 мес, двухупаковок — 8–48 т. Склеивание производят при комнатной т-ре или при 80–150°C. Клеевые прослойки бензо-, масло- и водостойки, но набухают в ароматич. и хлорсодержащих р-рителях, работоспособны от –60 до 200°C. Применяют для склеивания невулканизованных резиновых смесей и прорезиновых тканей (чаще на основе нитрильных каучуков) с послед. их вулканизацией, а также резин с металлами, стеклотканями, пластмассами и др. материалами.

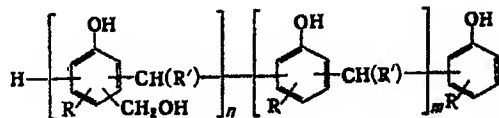
Клеи на основе кремнийорганических каучуков (мол.м. 10–80 тыс.). Обычно содержат вулканизующий агент (орг. пероксиды) или сшивающие агенты (тетраэтоксисилан, тетрабутоксисилан, диметоксидиэтоксисилан и др.) с катализатором (напр., дибутиловодородолеат, триэтилоламин), наполнители. В состав одноупаковок клеев входит блокированный сшивающий агент (напр., метилтриацетоксисилан); вулканизуются они под влиянием влаги окружающего воздуха (относит. влажность  $\geq 50\%$ ). Для снижения вязкости м.б. использованы р-рители (метилэтилкетон,  $\text{CHCl}_3$ ,  $\text{CCl}_4$ ). Адгезию клея повышают нанесением на пов-сти аппретов на основе, напр., аммосиланов или этроксисиланов. Склеивание производят при комнатной т-ре или при 100–160°C (с помощью пероксида). Клеевые прослойки имеют невысокую прочность (2–3 МПа), атмосферо-, кислородо-, светостойки, биостойки, нестойки в топливах, работоспособны от –110 до 300°C. Применяют для склеивания кремнийорг. резин и каучуков, теплоизоляц. стекловолоконных материалов и др., для получения теплоустойчивых липких лент.

Клеи на основе бутадиен-стирольных каучуков могут содержать вулканизующую систему (сера + ускоритель вулканизации), др. синтетич. каучуки и смолы, р-рители (бензол, уайт-спирит, ксилол, циклогексан), сшивающие агенты, наполнители и др. Выпускают в виде вязких жидкостей с содержанием сухого в-ва 10–30%. Характеризуются хорошей адгезией, но низкой когезией и эластичностью. При длит. действии света жесткость клеевой прослойки возрастает. Применяют для склеивания пластмасс, резин, древесины и тканей; в виде дисперсии в воде — для произ-ва липких лент на бумажной основе.

Клеи на основе трехблочного сополимера со средним бутадиеновым блоком и концевыми полистирольными блоками могут содержать модификаторы, совмещающиеся как с полистирольными блоками (кумароно-инденовые смолы, поли- $\alpha$ -метилстирол, поливинилтолуол), так и с блоками полибутадиена (политерпены, канифоль), антиоксиданты, пластификаторы (алифатич. и нафтеновые масла, низкомол. полиизобутилен), наполнители, р-рители и др. Выпускают в виде вязких жидкостей с содержанием сухого в-ва 20–60%. После удаления р-рителя характеризуются св-вами, типичными для термозластопластов. Создают клеевые прослойки с хорошей адгезией и высокой деформативностью. Применяют для произ-ва обуви, липких лент и для склеивания резин.

Могут представлять интерес для нек-рых областей применения Р.к. на основе бутилкаучука или фторкаучуков.

Лит. см. при ст. Клеи синтетические. Г. В. Комаров.  
**РЕЗОЛЬНЫЕ СМОЛЫ** (резолы), термореактивные фенольные смолы общей ф-лы:



Обычно  $\text{R} = \text{R}' = \text{H}$ , иногда  $\text{R} = \text{CH}_3$ ,

$\text{R}' = \text{OCH}=\text{CHCH}=\text{C}$ ;  $n=2-5, m=1-4$

Получают поликонденсацией фенола (иногда его гомологов) с альдегидом (гл. обр. с формальдегидом) в щелочной среде [кат.— $\text{NaOH}$ ,  $\text{Ba(OH)}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$ , реже— $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ] при 98–100°C. В большинстве случаев из образовавшейся реакц. смеси в вакууме выпаривают летучие в-ва, после чего смолу быстро охлаждают. При изготовлении т. наз. водоземлемых Р.с. реакц. смесь охлаждают, смолу отстаивают и отделяют от надсмольной воды. Иногда к Р.с. добавляют орг. р-ритель (обычно этанол) для получения 50–70%-ного лака.

Р.с. — вязкие жидкости или стеклообразные в-ва от светло-желтого до темно-коричневого цвета, мол. м. 400–1000. Жидкие Р.с. — плотн. 1,14–1,22 г/см<sup>3</sup>; вязкость 100–200 000 МПа·с; содержат до 20% фенола, водоземлемые — также 15–30% воды; нестабильны при хранении (вязкость постепенно возрастает вплоть до образования геля). Твердые Р.с. — плотн. 1,25–1,27 г/см<sup>3</sup>; т. каплепад. 70–110°C; содержат 5–12% фенола. Р.с. раств. в спиртах, кетонах, сложных эфирах, фенолах, водных р-рах щелочей; твердые Р.с. набухают в воде.

Отверждают Р.с. обычно при 80–180°C, иногда при 20°C в присут. х-т (напр., л-толуолсульфокислоты), однако эксплутаци. св-ва при этом снижаются. Р.с. в отличие от новолачных смол при переработке длительно сохраняют вязкотекучее состояние, что облегчает формирование толсто-стенных изделий. Применяют как связующее для фено-пластов, теплоизоляц. материалов, древесных пластиков, фанеры, для произ-ва клеев, герметиков, лаков. Подробнее см. Феноло-альдегидные смолы. П. С. Иванов.

**РЕЗОНАНСА ТЕОРИЯ**, теория электронного строения хим. соединений, в основе к-рой лежит представление о том, что электронное распределение, геометрия и все др. физ. и хим. св-ва молекул должны быть описаны не одной возможной структурной ф-лой, а сочетанием (резонансом) всех альтернативных структур. Идея такого способа описания электронного строения принадлежит Л. Полингу (1928). Р.т. является развитием классич. теории хим. строения для молекул, ионов, радикалов, строение к-рых можно представить в виде неск. разл. структурных ф-л, отличающихся способом распределения электронных пар между атомными ядрами. Согласно Р.т., строение таких соед. является промежуточным между отдельными возможными классич. структурами, причем вклад каждой отдельной структуры можно учесть при помощи разл. модификаций квантомех. метода валентных связей (см. Валентных связей метод).

Для соед. с сопряженными связями из всех возможных структур с разл. типами спаривания электронов кратных связей достаточно рассмотреть лишь структуры с непрерывно связывающимися связями (канонич. структуры). Электронное строение бензола описывается резонансом пяти канонич. структур:



Волновая ф-ция молекулы бензола по Полингу представляет линейную комбинацию:

$$\Psi = 0,624(\Psi_I + \Psi_{II}) + 0,271(\Psi_{III} + \Psi_{IV} + \Psi_V)$$

Откуда следует, что осн. вклад (примерно 80%) в волновую ф-цию вносят кекулевские структуры I и II. Их эквивалентность и эквивалентность структур III–V объясняют выравнивание всех углерод-углеродных связей в молекуле бензола и их промежут. (примерно полуторный) характер между простой и двойной связями углерод–углерод. Это предска-